

工業基地建設地の選定法について

京都大学 正員 長尾義三
京都大学 正員 森杉弄芳
建設省 正員 佐藤信秋

1. はじめに

工業生産の量的、地域的拡大に伴ない公害問題を取り入れた計画法が必要となっている。もしも今後も工業開発が必要であるとすれば、いかにして環境を破壊しないように開発するかが問われている。これに対する取り組みが多くの立場から行なわれているが、本考察では工業基地の全国的な配置選定法を確立することを目的とする。このため、 $\alpha 1$ に、工業基地建設費用の中に社会的費用をできるだけ定量的に組み入れること、 $\alpha 2$ に、工業基地建設にともない新都市を必要とする場合には、その開発計画と工業用地造成計画とを平行させることが大切である。そして、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ の費用を工業基地建設費用の中に明示したうえで、投資が重点的効率的になされるため工業基地選定システムを図-1のように示すことができる。本考察では、候補地の建設費が上記2条件を満足して得られた場合の投資基準とその解法を示す。

2. 評価基準

多くの工業基地建設候補地において、複数の規模の異なる代替案が提示されているものとする。本考察において、効果とは造成される工業用地面積を採用し、評価基準として、効果一定下で、上記項目からなる費用を最小にする基準を採用する。すなわち、外生的に与えられる一定の総工業用地需要を満足した上(効果一定)、総費用を最小にするには、どの地域にどの規模の工業基地を建設すべきかという問題を解くことになる。

3. 1次元配分問題としての工業基地選定モデル

通常、工業基地建設候補地においては、図-2のよう
に、いくつかの代替案に応じて費用を得るのが、調査、計画立案の労力、費用
時間からみて最大限である。

図-2 費用関数

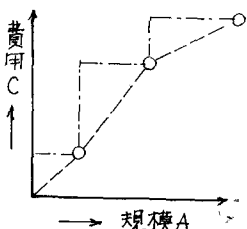
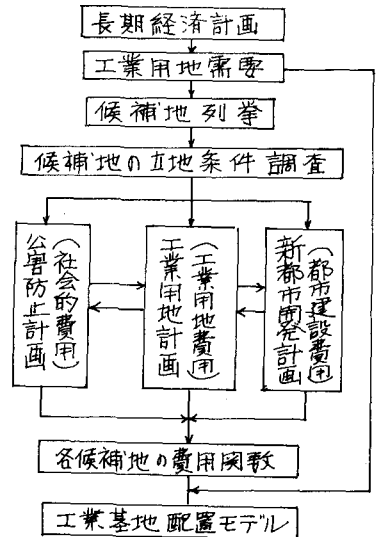


図-1 工業基地選定システム



しかも、 $\alpha 1$ に、各代替案は独立であり、たとえば、50単位のものにあと50単位追加することにより効率のよい100単位の規模の代替案が得られるものではない。 $\alpha 2$ に、もともと候補地においては、提示されていない中間規模の代替案よりも提示されている代替案のいずれかを選ぶ方が効率的である。したがって、本考察では、提示された代替案は離散的であり、代替案の中から最適な

組合せを採るための定式化を行なう。今、 X_{ij} を*i*地域*j*番目の代替案(*ij*)が選択される
るとき1、そうでないとき0とする整変数、 A_{ij} を代替案(*ij*)の規模、 C_{ij} を(*ij*)の建設
費用、 D を総工業用地需要とすると、 D を満足しなうえで総費用を最小にする代替案の
組合せを求める問題は、0-1 IPで以下のように定式化できる。

1) 用地需要制約
$$\sum_i \sum_j A_{ij} X_{ij} \geq D \quad (1)$$

2) 代替案の相互排他性
$$\sum_j X_{ij} \leq 1 \quad (2)$$

3) 目的関数
$$Z = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

本式は1次元ナップサック問題に制約式(2)が附加したものであり、DPおよびブランチ
アンドバウンド(B&B)のいずれによっても解くことができる。くわしいアルゴリズムは
省略するが、10地域平均4.4代替案すなわち44変数の例題をFACOM-230-60で解いた結
果を概述する。まず D を250単位に匹切ったDPIによって解くと18秒を要した。また、B
& Bによって解くと18分を要したが、(2)式を内部ルーチン化した結果8分強に短縮し、いず
れの解法においても計算時間、容量に関しては、実用的な大きさの問題を解き得る保証を
得た。

4. 多地域多段階決定問題への展開

前記モデルにおいては、 D を時間的流れとしてとらえなかったために、静学的な配分問
題として定式化し得た。しかし、1) D は時間的流れをもつものである。2) 工業基地は建設
が完了するとそれを取りこわしたり、大きな規模に修正することが困難である。3) 工業基
地建設費は莫大な投資を必要とするため、施設の遊休を極力避ける必要がある。これらの
理由のため、工業基地の選定計画は、時間的流れを考慮した多地域多段階の投資決定問題
として考へた方がより望ましい。さて、各地域の代替案について図-3に示すような費用
関数が与えられているものとする。すなわち、図-3において、 $A_1(C_1)$ 、 $A_2(C_2)$ は、代替案1、
2の規模(費用)を示し、これを達成するための段階建設が可能であり、代替案1の1次、
2次段階の規模(費用)を $A_{11}(C_{11})$ 、 $A_{12}(C_{12})$ で示してある。今、 ΔA_{ijk} 、 ΔC_{ijk} をそれぞ
れに地域*j*代替案*k*の*i*段階の追加建設用地量および追加費用、 D_t を*t*期の工業用地累積需
要量、 r を割引率、 $X_{ijk,t}$ を*i*地域*j*代替案の*i*段階を*t*期に建設するとする1、そうでな
いとき0となる整変数とすれば、建設費用の現価が最小となる代替案と建設手順とを求め
る多地域多段階決定問題は、前記モデル同様0-1 IPで以下のように定式化される。

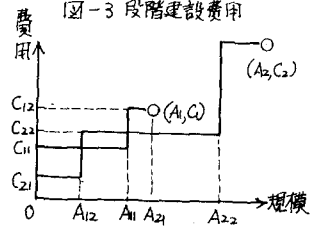
1) 用地需要制約
$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_t \Delta A_{ijk} X_{ijk,t} \geq D_t \quad (4)$$

2) 建設順序制約
$$\sum_t X_{ijk,t} \geq X_{ijk,t+1} \quad (k=2, \dots, n) \quad (5)$$

3) 代替案の排他性
$$\sum_j \sum_k X_{ijk,t} \leq 1 \quad (6)$$

4) 時間的排他性
$$\sum_j \sum_k X_{ijk,t} \leq 1 \quad (7)$$

5) 目的関数
$$Z = \sum_i \sum_j \sum_k \sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \Delta C_{ijk} X_{ijk,t} \rightarrow \min \quad (8)$$



なお、着手された代替案は計画期間中に完成されねばなら
ない場合には、(4)~(7)の制約に、 $X_{ijk,t} \geq \sum_{t'=t}^T X_{ijk,t'}$ なる制約を附加すればよい。このIP
も前記モデル同様、B&Bによって解くことができる。本モデルは制約条件式が多くなる
欠点をもつが、実用的な大きさの問題を解くアルゴリズムを開発中である。